

DIALOG(R)File 347:JAPIO
(c) 2003 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

06766791 **Image available**

VIBRATION-PROOF OPTICAL SYSTEM FOR OBSERVATION OPTICAL EQUIPMENT

PUB. NO.: 2000-352664 A]
PUBLISHED: December 19, 2000 (20001219)
INVENTOR(s): YANO TAKAAKI
APPLICANT(s): ASAHI OPTICAL CO LTD
APPL. NO.: 11-166501 [JP 99166501]
FILED: June 14, 1999 (19990614)
INTL CLASS: G02B-013/02; G02B-013/18; G03B-005/00

ABSTRACT

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a high-performance vibration-proof optical system made small in size and light in weight and capable of securing space in which a vibration-proof device is placed even in observation optical equipment where the entire length of an objective optical system is made short.

SOLUTION: As for this vibration-proof optical system for the observation optical equipment provided with the objective optical system I, an erect optical system P and an ocular optical system II in this order from the object side, the optical system I is constituted of a front group 11 and a rear group 12 in this order from the object side, the front group 11 is fixed, and the rear group 12 constitutes a vibration-proof lens group having positive power, and the optical system I satisfies conditional expressions: (1) $0.04(A/f_0) \leq 0.2$, (2) $0.35(B/f_0) \leq 0.5$ and (3) $TL/f_0 \leq 1.1$. In the above formulas, A is the distance between the vibration-proof lens group and an optical device positioned on the object side thereof, B is the distance between the vibration-proof lens group and an optical device positioned on the eye side thereof, f_0 is the focal distance of the entire objective optical system and TL is the distance from the surface on the object side, of the lens nearest the object side of the objective optical system, to the image surface of the objective optical system.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO
?

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-352664

(P2000-352664A)

(43) 公開日 平成12年12月19日 (2000. 12. 19)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	キーワード (参考)
G 0 2 B 13/02		G 0 2 B 13/02	2 H 0 8 7
	13/18	13/18	
G 0 3 B 5/00		G 0 3 B 5/00	J

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平11-166501

(22) 出願日 平成11年6月14日 (1999. 6. 14)

(71) 出願人 000000527

旭光学工業株式会社

東京都板橋区前野町2丁目36番9号

(72) 発明者 矢野 隆明

北海道札幌市厚別区下野幌テクノパーク1

-1-10 札幌市エレクトロニクスセンタ

-313号室 旭光学工業株式会社ペンタッ

クステクノロジー札幌内

(74) 代理人 100083286

弁理士 三浦 邦夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 観察光学機器の防振光学系

(57) 【要約】

【目的】 対物光学系の全長が短い観察光学機器にも防振装置を置くスペースを確保することができる小型軽量で高性能な防振光学系を得ること。

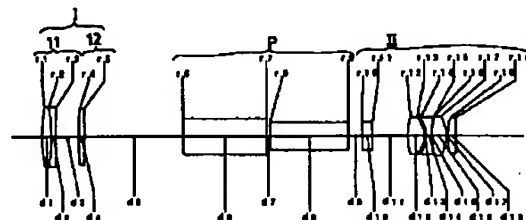
【構成】 物体側から順に、対物光学系 I、正立光学系 P、及び接眼光学系 II を有する観察光学機器において、対物光学系 I は、物体側から順に、前群 11 と後群 12 とから構成され、前群 11 は固定されていて、後群 12 は正のパワーを有する防振レンズ群を構成し、次の条件式 (1) ないし (3) を満足する観察光学機器の防振光学系。

$$(1) 0.04 < A / f_0 < 0.2$$

$$(2) 0.35 < B / f_0 < 0.5$$

$$(3) TL / f_0 > 1.1$$

但し、A : 防振レンズ群と、その物体側に位置する光学素子との間隔、B : 防振レンズ群と、その眼側に位置する光学素子との間隔、 f_0 : 対物光学系全体の焦点距離、TL : 対物光学系の最も物体側のレンズの物体側の面から対物光学系の像面までの距離。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体側から順に、対物光学系、正立光学系、及び接眼光学系を有する観察光学機器において、上記対物光学系は、物体側から順に、前群と後群とから構成され、上記前群は固定されていて、上記後群は観察光学機器に加わる振動に応じて光軸と直交する方向に駆動する、正のパワーを有する防振レンズ群を構成し、次の条件式(1)ないし(3)を満足することを特徴とする観察光学機器の防振光学系。

- (1) $0.04 < A/fO < 0.2$
- (2) $0.35 < B/fO < 0.5$
- (3) $TL/fO > 1.1$

但し、

A：防振レンズ群と、その物体側に位置する光学素子との間隔、

B：防振レンズ群と、その眼側に位置する光学素子との間隔、

fO：対物光学系全体の焦点距離、

TL：対物光学系の最も物体側のレンズの物体側の面から対物光学系の像面までの距離。

【請求項2】 請求項1記載の防振光学系において、次の条件式(4)を満足する観察光学機器の防振光学系。

- (4) $0.2 < \phi 1 / \phi 2 < 0.8$

但し、

$\phi 1$ ：対物光学系の前群のパワー、

$\phi 2$ ：対物光学系の後群のパワー。

【請求項3】 請求項1記載の防振光学系において、次の条件式(5)を満足する観察光学機器の防振光学系。

- (5) $0.5 < |\tan 1^\circ / (\phi O - \phi 1)| < 5$

但し、

ϕO ：対物光学系全体のパワー。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【技術分野】本発明は、防振機能を有する観察光学機器に適した防振光学系に関する。

【0002】

【従来技術及びその問題点】双眼鏡、望遠鏡等の観察光学機器の防振光学系として、例えば特開平10-186228号公報に記載のものが知られている。この防振光学系は、物体側から順に、前群と後群とからなる対物光学系を有し、負のパワーを有する後群を光軸に対してほぼ直交方向にシフトさせて像差補正する構成である。この防振光学系は、スポッティングスコープなどの非常に長い対物光学系を有する観察光学機器への適用が想定されているため、対物光学系内に防振装置を配置するためのスペースが十分に確保されている。そして、その長い対物光学系の全長を短くするために防振レンズに負レンズを用いているため、対物光学系の全長は対物光学系の焦点距離よりも短い、同等になっており、光学機器の

小型化に寄与している。しかし、この対物光学系は、スポッティングスコープとしては短くなったとはいえ、双眼鏡などの対物光学系としては長すぎる。従って、対物光学系の全長が元々短く、防振装置を配置するための十分なスペースがない双眼鏡などの観察光学機器にはこの防振光学系を適用することができない。

【0003】

【発明の目的】本発明は、対物光学系の全長が短い観察光学機器にも防振装置を置くスペースを確保することができる、小型軽量で高性能な防振光学系を得ることを目的とする。

【0004】

【発明の概要】本発明は、物体側から順に、対物光学系、正立光学系、及び接眼光学系を有する観察光学機器において、上記対物光学系は、物体側から順に、前群と後群とから構成され、防振動作に際して上記前群は固定されていて、上記後群は観察光学機器に加わる振動に応じて光軸と直交する方向に駆動する、正のパワーを有する防振レンズ群を構成し、次の条件式(1)ないし(3)を満足することを特徴としている。

- (1) $0.04 < A/fO < 0.2$
- (2) $0.35 < B/fO < 0.5$
- (3) $TL/fO > 1.1$

但し、

A：防振レンズ群と、その物体側に位置する光学素子との間隔、

B：防振レンズ群と、その眼側に位置する光学素子との間隔、

fO：対物光学系全体の焦点距離、

TL：対物光学系の最も物体側のレンズの物体側の面から対物光学系の像面までの距離（対物光学系の全長）、である。この構成により、対物光学系が短い、双眼鏡などの小型の観察光学機器であっても、良好な光学性能を保ちながら、防振装置を配置するスペースを確保できる。

【0005】対物光学系で効果的に収差補正を行うには、次の条件式(4)を満足することが好ましい。

- (4) $0.2 < \phi 1 / \phi 2 < 0.8$

但し、

$\phi 1$ ：対物光学系の前群のパワー、

$\phi 2$ ：対物光学系の後群のパワー、

である。

【0006】さらに、適当な防振感度を得るには、次の条件式(5)を満足することが好ましい。

- (5) $0.5 < |\tan 1^\circ / (\phi O - \phi 1)| < 5$

但し、

ϕO ：対物光学系全体のパワー、

である。

【0007】

【発明の実施の形態】本発明の防振光学系は、図13に

示すように、物体側から順に、対物光学系I、正立光学系P、及び接眼光学系IIを有する観察光学機器において、対物光学系を、物体側から順に、前群11と後群12とから構成し、前群11を固定し、後群12を正のパワーを有する防振レンズ群としている。この防振レンズ群（後群12）は、観察光学機器に加わる振動の大きさと方向に応じて、光軸と直交する方向に駆動して防振する。

【0008】対物光学系の後群（防振レンズ群）が正のパワーを持つと、相対的に対物光学系の前群のパワーが弱くなって収差補正が容易になり、その結果、光学系の構成を簡略化でき、製造公差を軽減し精度を向上することができる。また、図14、図15に示すように、防振レンズ群12を正にする（図14）ことによって、防振レンズ群12を負レンズとする場合（図15）に比べて防振レンズ群12と正立光学系P（防振レンズ群より眼側の光学素子）の間隔Bを大きくすることができ、対物光学系Iと正立光学系Pの間隔が小さくて防振レンズ群を配置するスペースの余裕がない双眼鏡などには有効である。すなわち、正の防振レンズ群12を配置することによって対物光学系全体の焦点距離 f_0 よりも対物光学系全長 TL' （対物光学系の全長 TL の空気換算距離）を長くして、防振レンズ群12を負にするときに比べて防振レンズ群12と正立光学系Pの間隔Bを大きくすることができる。

【0009】条件式（1）～（3）は、アクチュエーターなどの防振用装置を置くスペースを確保するための条件である。

【0010】条件式（1）は、防振レンズ群とその物体側に位置する光学素子との間隔に関する。条件式（1）の下限を越えると、防振レンズ群駆動系を置くスペースの確保が困難になる。条件式（1）の上限を越えると、対物光学系の全長が大きくなりすぎたり、防振レンズ群が正立光学系に近づきすぎて正立光学系が大きくなったり、正立光学系によるケラレが大きくなったりする。あるいは、防振レンズ群のパワーが弱くなりすぎて収差補正、特に球面収差、コマ収差の補正が困難になる。

【0011】条件式（2）は、防振レンズ群とその眼側に位置する光学素子との間隔に関する。条件式（2）の下限を越えると、防振レンズ群駆動系を配置するスペースがなくなったり、正立光学系が大きくなったり、正立光学系によるケラレが大きくなったりする。また防振レンズ群のパワーが弱くなりすぎて収差補正、特に球面収差、コマ収差の補正が困難になる。条件式（2）の上限を越えると、装置全体が大型化してしまう。

【0012】条件式（3）は、対物光学系全長に関する。

条件式（3）の下限を越えると、防振レンズ群駆動系を置くスペースの確保が困難になる。

【0013】条件式（4）は対物光学系で効果的に収差補正を行うための条件である。収差補正は、対物光学系の全系のパワーに対して、前群のパワーが小さく、後群のパワーが大きいほど有利である。条件式（4）の下限を越えると、前群のパワーが相対的に弱くなりすぎて、全長が伸びすぎたり、後群の径が大きくなりすぎたりする。条件式（4）の上限を越えると、後群のパワーに対して前群のパワーが相対的に強くなり、対物光学系の球面収差、コマ収差の補正が困難になる。

【0014】条件式（5）はブレ角 1° を補正する時の防振レンズ群のシフト量（mm）である。条件式（5）の下限を越えると、防振感度が高くなりすぎて制御が困難になる。条件式（5）の上限を越えると、防振感度が低すぎてシフト量が大きくなり観察光学機器が大型化する。補正できるブレ角が減少する。

【0015】次に具体的な数値実施例を説明する。表および図面中、 r は曲率半径、 d はレンズ厚またはレンズ間隔、 N_d は d 線の屈折率、 ν はアッペ数を表す。また、諸収差図中、 ER は射出瞳径（mm）、 β は射出光線が光軸となす角度、 d 線、 g 線、 C 線はそれぞれの波長における、球面収差によって示される色収差、倍率色収差、 S はサジタル、 M はメリディオナルを示している。また、回転対称非球面は次式で定義される。

$$x = cy^2 / [1 + \{1 - (1+K)c^2y^2\}^{1/2}] + A_4y^4 + A_6y^6 + A_8y^8 + A_{10}y^{10} + A_{12}y^{12} \dots$$

（但し、 c は曲率（ $1/r$ ）、 y は光軸からの高さ、 K は円錐係数、 A_4 、 A_6 、 A_8 、 A_{10} ・・・は各次数の非球面係数）

【0016】〔実施例1〕図1ないし図4は、本発明を防振望遠鏡に適用した光学系の実施例を示す。図1はそのレンズ構成図であり、物体側から順に、対物光学系I、正立光学系P及び接眼光学系IIより構成され、対物光学系Iは、物体側から順に、前群11、防振レンズ群である後群12から構成され、接眼光学系IIは、物体側から順に、負レンズ、正レンズ、負レンズ、正レンズ、正レンズから構成されている。表1はその数値データである。図2はこの光学系の諸収差図、図3は防振レンズ群が変位していない時の軸上コマ収差、図4は光学系全体の振れ角 0.75° を補正する為に防振レンズ群が所定量だけ変位した状態（これを「防振 0.75° 」と呼ぶ。）での軸上コマ収差を示す。この時の防振レンズ群の変位量は2.5mmである。

【0017】

【表1】

面No.	r	d
1	72.950	3.700
2	-72.950	1.800
3	348.158	9.180

N_d	ν
1.51633	64.1
1.62004	36.3
-	-

4	126.664	2.300	1.49176	57.4
5*	-289.338	40.000	-	-
6	∞	34.000	1.56883	56.3
7	∞	1.500	-	-
8	∞	32.000	1.56883	56.3
9	∞	5.800	-	-
10	-93.620	4.000	1.49176	57.4
11*	93.620	14.830	-	-
12	23.936	6.770	1.49176	57.4
13*	-10.075	0.700	-	-
14	-11.190	2.000	1.58547	29.9
15	25.294	0.200	-	-
16	24.157	6.200	1.49176	57.4
17	-15.260	0.500	-	-
18	22.703	3.500	1.60311	60.7
19	-75.123	-	-	-

*は回転対称非球面。

非球面データ（表示していない非球面係数は0.00である。）：

面No.	K	A4
5	0.00	0.1738×10^{-6}
11	0.00	-0.1200×10^{-4}
13	-1.00	-0.4600×10^{-5}

【0018】[実施例2] 図5ないし図8は、本発明を防振望遠鏡に適用した光学系の実施例を示す。図5はそのレンズ構成図であり、表2はその数値データである。基本的なレンズ構成は実施例1と同様である。図6はこの光学系の諸収差図、図7は防振前の軸上コマ収差、図

8は振れ角 0.75° を補正する防振 0.75° での軸上コマ収差を示す。この時の防振レンズ群の変位量は2.5mmである。

【0019】

【表2】

面No.	r	d	N_d	ν
1	72.303	3.800	1.51633	64.1
2	-72.303	2.000	1.62004	36.3
3	348.158	6.000	-	-
4	126.500	2.400	1.49176	57.4
5*	-301.001	40.490	-	-
6	∞	34.000	1.56883	56.3
7	∞	1.500	-	-
8	∞	32.000	1.56883	56.3
9	∞	5.800	-	-
10	-93.620	4.000	1.49176	57.4
11*	93.620	14.830	-	-
12	23.936	6.770	1.49176	57.4
13*	-10.075	0.700	-	-
14	-11.190	2.000	1.58547	29.9
15	25.294	0.200	-	-
16	24.157	6.200	1.49176	57.4
17	-15.260	0.500	-	-
18	22.703	3.500	1.60311	60.7
19	-75.123	-	-	-

*は回転対称非球面。

非球面データ（表示していない非球面係数は0.00である。）：

面No.	K	A4
------	---	----

5	0.00	0.1687×10^{-6}
11	0.00	-0.1200×10^{-4}
13	-1.00	-0.4600×10^{-5}

【0020】[実施例3] 図9ないし図12は、本発明を防振望遠鏡に適用した光学系の実施例を示す。図9はそのレンズ構成図であり、表3はその数値データである。基本的なレンズ構成は実施例1と同様である。図10はこの光学系の諸収差図、図11は防振前の軸上コマ

収差、図12は振れ角 1° を補正する防振 1° での軸上コマ収差を示す。この時の防振レンズ群の変位量は2.5mmである。

【0021】

【表3】

面No.	r	d	N_d	ν
1	84.318	3.500	1.51633	64.1
2	-84.318	2.000	1.62004	36.3
3	211.464	16.000	-	-
4	91.916	2.600	1.49176	57.4
5*	-241.296	42.000	-	-
6	∞	34.000	1.56883	56.3
7	∞	2.000	-	-
8	∞	32.000	1.56883	56.3
9	∞	5.800	-	-
10	-93.620	4.000	1.49176	57.4
11*	93.620	14.830	-	-
12	23.936	6.770	1.49176	57.4
13*	-10.075	0.700	-	-
14	-11.190	2.000	1.58547	29.9
15	25.294	0.200	-	-
16	24.157	6.200	1.49176	57.4
17	-15.260	0.500	-	-
18	22.703	3.500	1.60311	60.7
19	-75.123	-	-	-

*は回転対称非球面。

非球面データ(表示していない非球面係数は0.00である。):

面No.	K	A4
5	14.3	0.3700×10^{-6}
11	0.00	-0.1200×10^{-4}
13	-1.00	-0.4600×10^{-5}

【0022】各実施例の各条件式に対する値を表4に示す。

【表4】

	実施例1	実施例2	実施例3
条件式(1)	0.08	0.06	0.14
条件式(2)	0.37	0.37	0.38
条件式(3)	1.30	1.29	1.37
条件式(4)	0.71	0.73	0.28
条件式(5)	3.34	3.34	2.50

各実施例は各条件式を満足しており、諸収差も比較的良好に補正されている。

【0023】

【発明の効果】本発明によれば、対物光学系が短い観察光学機器にも防振装置を置くスペースを確保することができる小型軽量で高性能な防振光学系が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の観察光学機器の防振光学系の実施例1

のレンズ構成図である。

【図2】図1の防振光学系の諸収差図である。

【図3】図1の防振光学系の防振前の軸上コマ収差図である。

【図4】図1の防振光学系の防振 0.75° での軸上コマ収差図である。

【図5】本発明の観察光学機器の防振光学系の実施例2のレンズ構成図である。

【図6】図5の防振光学系の諸収差図である。

【図7】図5の防振光学系の防振前の軸上コマ収差図である。

【図8】図5の防振光学系の防振0.75°での軸上コマ収差図である。

【図9】本発明の観察光学機器の防振光学系の実施例3のレンズ構成図である。

【図10】図9の防振光学系の諸収差図である。

【図11】図9の防振光学系の防振前の軸上コマ収差図

である。

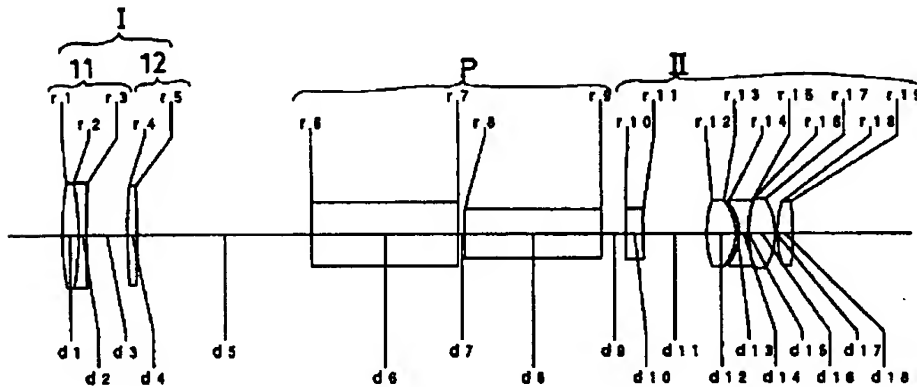
【図12】図9の防振光学系の防振1°での軸上コマ収差図である。

【図13】本発明による防振光学系のレンズ構成図である。

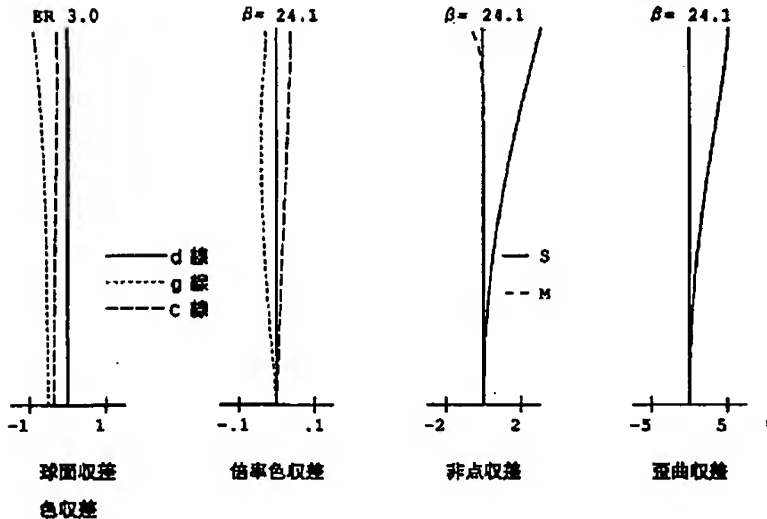
【図14】本発明による防振光学系の対物光学系の全長と焦点距離の関係を示す図である。

【図15】従来の防振光学系の対物光学系の全長と焦点距離の関係を示す図である。

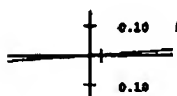
【図1】



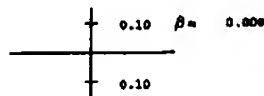
【図2】



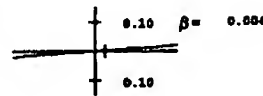
【図4】



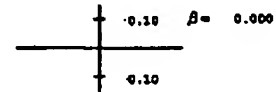
【図7】



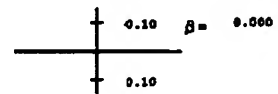
【図8】



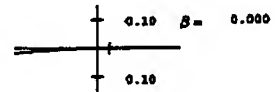
【図3】



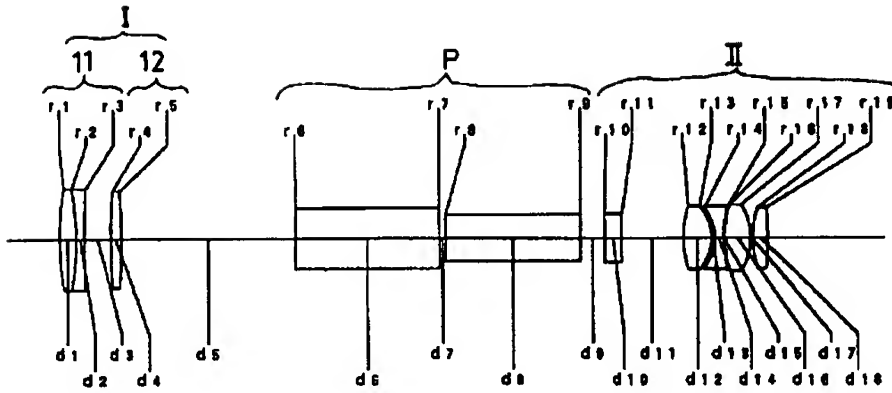
【図11】



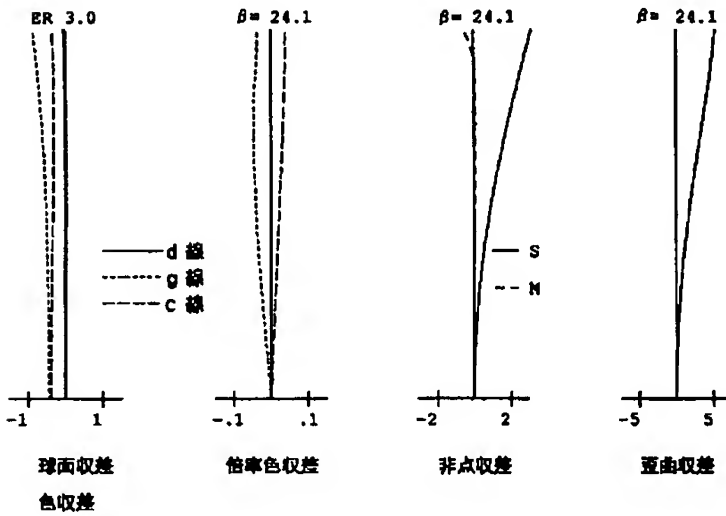
【図12】



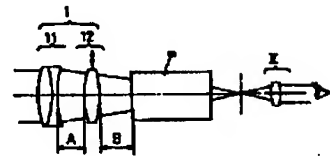
【图5】



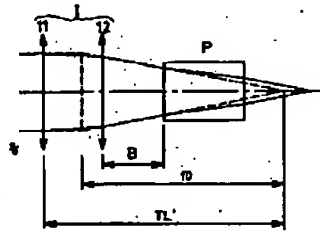
【图6】



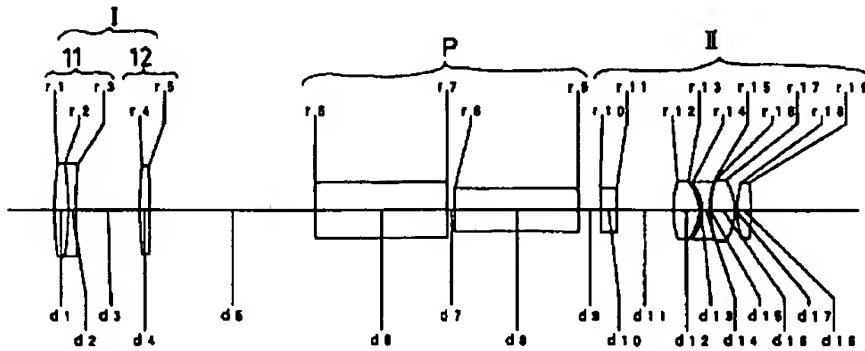
【图13】



【图14】

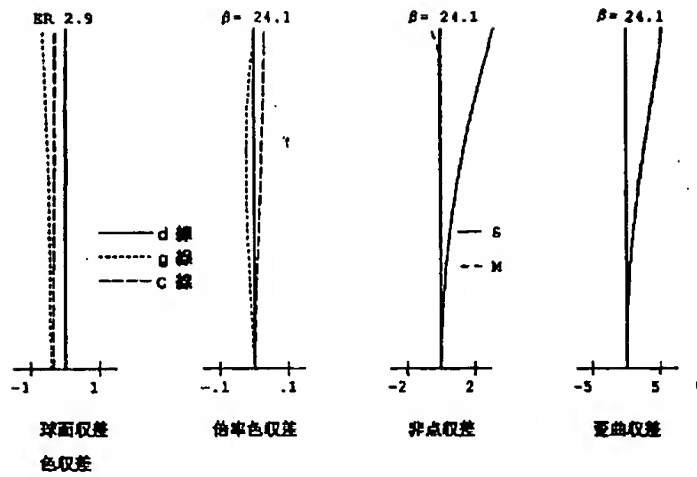


【图9】

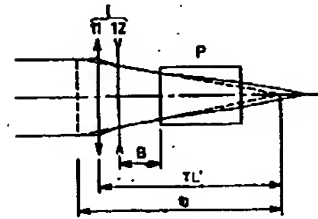


BEST AVAILABLE COPY

【図10】



【図15】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2H087 KA15 KA16 LA01 LA11 NA07
PA02 PA05 PA07 PA17 PA18
PB03 PB05 PB08 QA02 QA03
QA07 QA14 QA19 QA21 QA22
QA25 QA26 QA34 QA41 QA42
QA45 QA46 RA05 RA12 RA13
RA41

BEST AVAILABLE COPY